

レーダ雨量計を用いた地上雨量予測のためのキャリブレーション手法の検討

九州大学工学部	学生員	○山下 憲一
九州大学工学部	正員	河村 明
九州大学工学部	正員	神野 健二
(株)建設技術研究所	正員	中山 比佐雄

1. はじめに

水文解析の基礎情報としての地上降雨は、ダムや堰などの河川管理施設の適切な運用を行う上で重要な要素である。レーダ雨量計による雨量観測は、広範囲にわたる雨量情報を短時間に提供することから、地上雨量の短時間予測を行う上で有力な手段であるが、実際の地上降雨への換算(キャリブレーション)は容易でないのが現状である。キャリブレーションの為の手法として、従来はレーダ反射因子を雨量強度に変換して、地上雨量との比をとる方法等が行われている¹⁾が、本研究では、レーダ反射因子を直接用いて、重回帰モデルにより地上雨量の推定および予測を行う手法を試みている。そして、その精度を検討することにより、本手法の実用性についての検討を行っている。

2. 手法

レーダ雨量計は、回転するアンテナから放射され降雨粒子により反射する電磁波(反射エコー)を測定する。レーダ反射因子 $Z(\text{mm}^6/\text{m}^3)$ は、この反射エコーの5分間の平均値である²⁾。従来では、 B, β を定数とし、各メッシュ毎に関係式 $Z = BR_r^\beta$ より雨量強度 R_r を求め、地上雨量との比をとっていたが、同一の Z に対しても B, β の値により R_r が異なるため、ここでは、地点 j において時刻 $(k-1)$ から時刻 k までの総地上降雨量 $R_g(k, j)$ (mm/hour)およびその直上レーダメッシュにおいて5分おきに与えられる $Z_i(k, j)$ を用いて式(3)の重回帰モデルをつくり、これを用いて R_g の推定値を求め、実測値との比較を行う。

$$\text{推定: } R_g(k, j) = \sum_{i=1}^{N_i} \alpha_i(k) Z_i(k, j)^{(1/\beta)} + w(k, i) \quad (N_i=12) \quad (3)$$

ここで、 $w(k, i)$ は誤差項である。係数 β を予めある値に固定し、偏回帰係数 $\alpha_i(k)$ の値は、空間的に一定と仮定とし、各時点毎に最小二乗法により求める。

次に、現時点において求めた α_i の値を用いて、次時点の Z から R_g の予測値を式(3)'により求める。

$$\text{予測: } \hat{R}_g(k+1, j) = \sum_{i=1}^{N_i} \hat{\alpha}_i(k) Z(k+i, j)^{(1/\beta)} \quad (3)'$$

3. 適用例

本研究では、札幌市周辺の半径120kmの円を半径方向に40、円周方向に128分割した全5120個のメッシュにおいて1988年8月25日10時から8月26日13時までの27時間に観測された Z 、および同円内の全133の地上観測所において観測された R_g に対して、2.で定式化した手法を適用した。図-1に、3観測点に於ける実測地上降雨時系列および式(3), (3)'による推定値及び予測値を、 $\beta=1.0$ と $\beta=2.4$ の2通りの場合でプロットし、次に $\beta=2.4$ として、図-2に式(4), (4)'により求められる予測誤差及び推定誤差を、図-3には偏回帰係数 $\alpha_i(k)$ の各時点ごとの変化を、 j を横軸に取って描いている。図-4には式(3), (3)'の β を変化させたときの式(5)による予測誤差および推定誤差の変化を示している。なお、 $\beta=2.4$ はこの予測誤差が最小となるときの β に相当する。

$$\text{各時点の誤差} = \left[(1/N_j) \sum_{j=1}^{N_j} \{R_g(k, j) - \hat{R}_g(k, j)\}^2 \right]^{(1/2)} \quad (N_j=133) \quad (4)$$

$$\text{各地点の誤差} = \left[(1/N_k) \sum_{k=1}^{N_k} \{R_g(k, j) - \hat{R}_g(k, j)\}^2 \right]^{(1/2)} \quad (N_k=27) \quad (4)$$

$$\text{全平均誤差} = \left[(1/N_j \times N_k) \sum_{k=1}^{N_k} \sum_{j=1}^{N_j} \{R_g(k, j) - \hat{R}_g(k, j)\}^2 \right]^{(1/2)} \quad (5)$$

4. 結果と考察

まず、図-1より $\beta=1.0$ の場合、推定値、予測値ともに、実測値の小さいところではさほど大きな誤差は

認められないが、実測値が大きくなるにつれて誤差が著しく拡大してゆくのがわかる。一方、 $\beta=2.4$ とした場合、大きな誤差が改善され、また、実測降雨に即する複数のピークを予測しており、降雨形状の変化を比較的よく表しているのがわかる。図-2より、予測誤差は全て10.0mm/hour以下であり、かなりよい精度で予測が行われている。一方、図-3より α の変動を検討した場合、 α の時間的変動が極めて大きく、時間的にみて一定とはならないことがわかる。図-4より、 $\beta=1.6$ 以上の場合は予測誤差に大差はなく、この範囲内の β の決定により（本研究では $\beta=2.4$ ）かなり精度よい予測が可能であることがわかった。

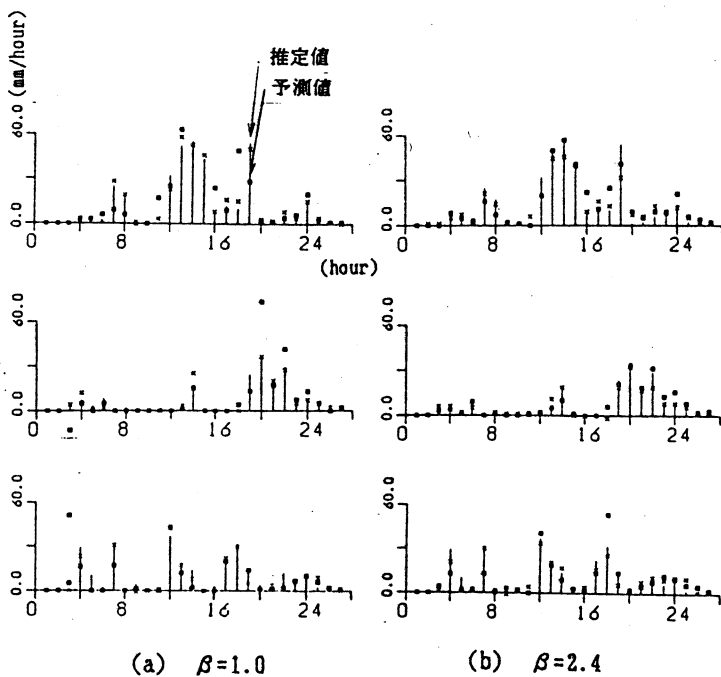


図-1 実測時系列及び推定値、予測値

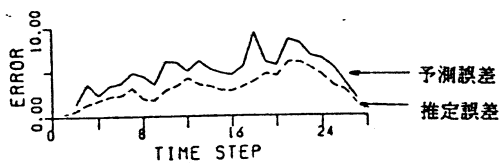


図-2 各時点毎の推定誤差及び予測誤差

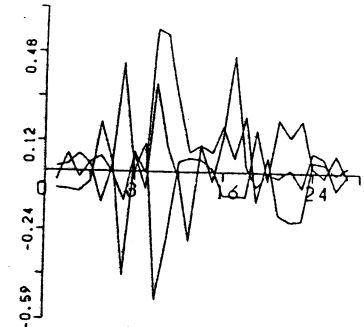


図-3(a) α_i の時間的変化(i=1~3)

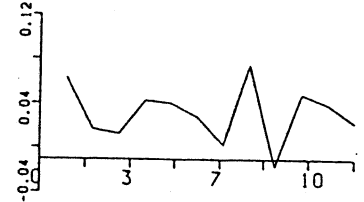


図-3(b) α_i の時間平均(i=1~12)

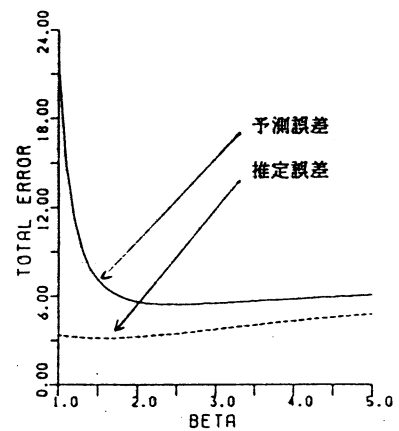


図-4 全平均誤差の変化

5. おわりに

本研究により、レーダ雨量計を用いた地上雨量の予測に対する本法の妥当性、有効性および種々の特性が明らかになった。今後更に、本手法を改良して予測精度を向上させ、また、他の降雨現象に適用して、本手法の実測降雨現象に対する種々の特性を確かめてゆくつもりである。

謝辞

最後に、本研究を行うに当たって研究基金および有益な御助言を頂いた、(財)河川情報センターの方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 建設省東北地方建設局：平成2年度レーダを用いた降雨予測検討業務報告書 1991年3月。
- 2) (財)河川情報センター：河川情報研究所報告「レーダ雨量情報を利用した洪水流出予測に関する研究」第4号別冊-1 1990年10月。